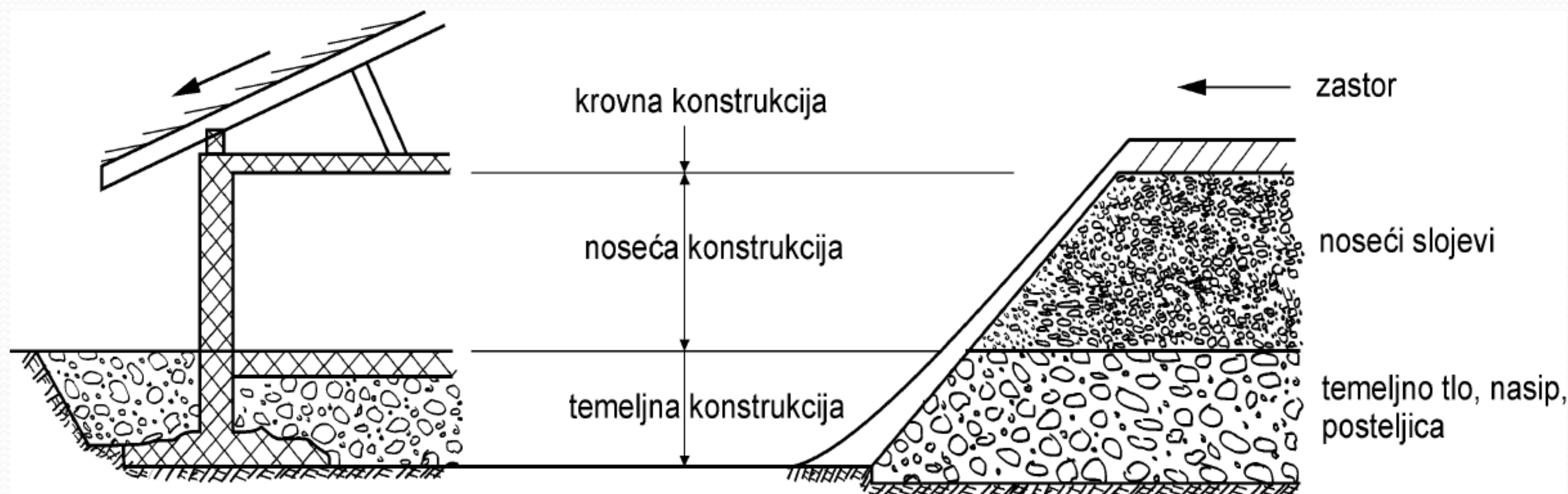
KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

Predavanje 9

Prof.Dr Dragan Mihajlović

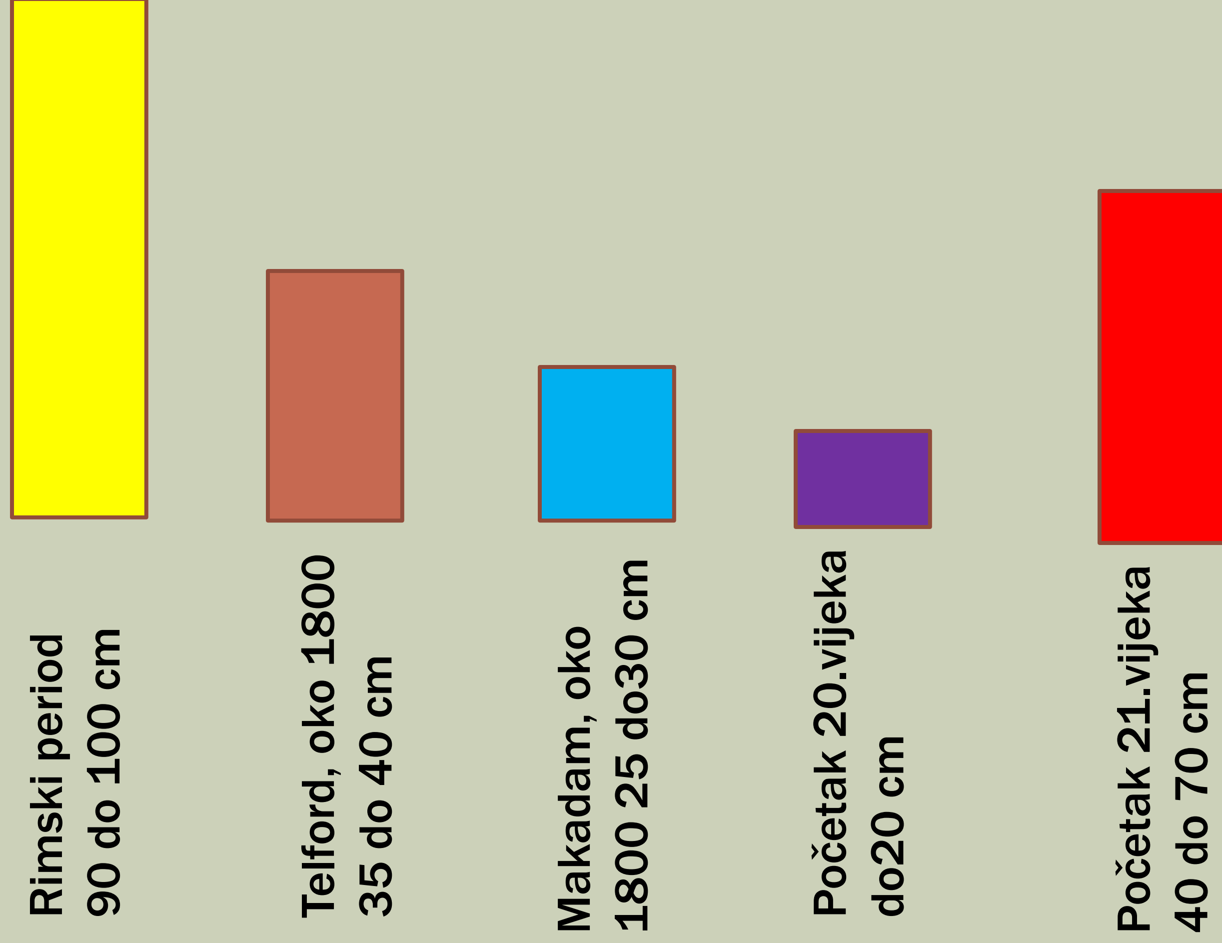


Pojam savremene kolovozne konstrukcije podrazumijeva višeslojnu konstrukciju koja se postavlja na posteljicu i sastoji se od podloge i zastora. Uloga im je

- da omoguće nesmetano odvijanje saobraćaja pri svim klimatskim uslovima
- da prime opterećenje od vozila i svedu ga na nivo koji tlo u posteljici može prihvatiti bez prevelikih oštećenja
- da omoguće bezbjedno odvijanje saobraćaja
- da zaštiti tlo u posteljici od priliva vode i štetnog dejstva mraza

Udio troškova gradnje KK u ukupnim troškovima gradnje puta iznosi 30-50% (zavisno od konfiguracije terena i objekata na trasi).

ISTORIJSKI TRENDOVI U DEBLJINI KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE



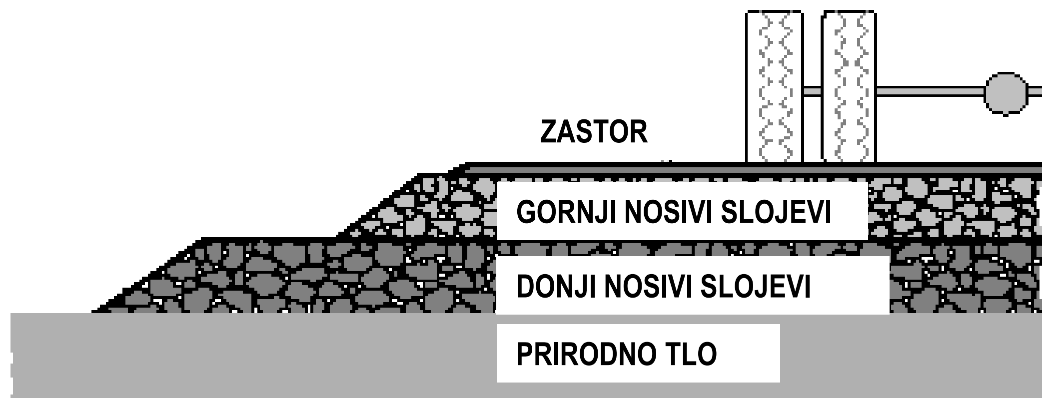
VRSTE KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

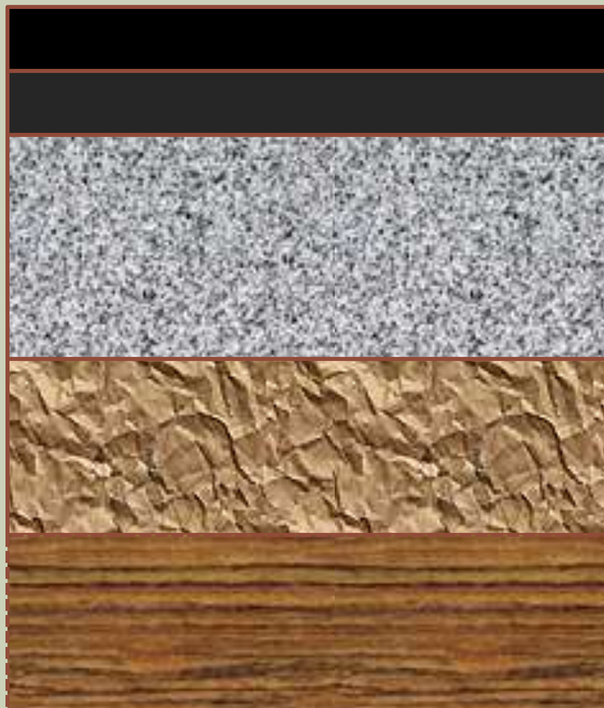
- **fleksibilne – bitumenom vezani materijali, elastičnije i deformabilnije od krutih**

- **krute – portland cementom vezani materijali, prenose opterećenje na veću površinu posteljice, manji naponi na pritisak i manje deformacije od fleksibilnih**

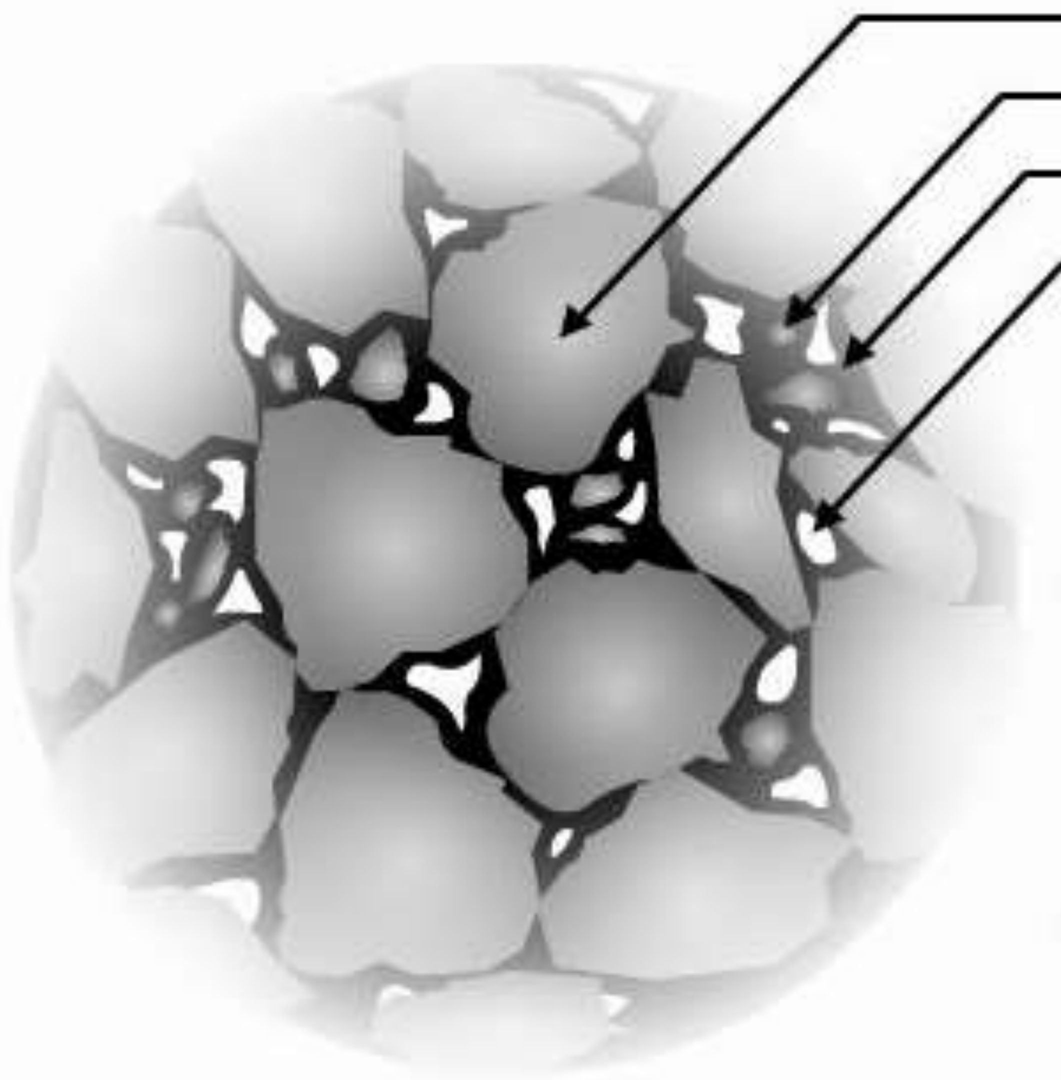
Sloj	Tip kolovozne konstrukcije		
	Fleksibilna	Polu-kruta	Kruta
ZASTOR	AB, SMA	AB, SMA	CB ploča
GORNJA PODLOGA	BNS, nevezani agregat	BNS, cementna stabilizacija	BNS, cementna stabilizacija
DONJA PODLOGA	DBNS, nevezani drobljeni ili prirodni agregat	Cementna stabilizacija, nevezani agregat	Nevezani agregat
POSTELJICA	Zemljani materijali		

- **Polu-krute – portland cementom vezani zastor, nosivi slojevi od cementne stabilizacije, prenose opterećenje na veću površinu posteljice, manji naponi na pritisak i manje deformacije od fleksibilnih**





POPREČNI PRESJEK FLEKSIBILNE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE



AGREGAT

NEAKTIVNA ZRNA

BITUMEN

VAZDUŠNE ŠUPLJINE

STRUKTURA FLEKSIBILNE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

OSNOVNI KRITERIJI ZA PRAVILNO FUNKCIONISANJE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

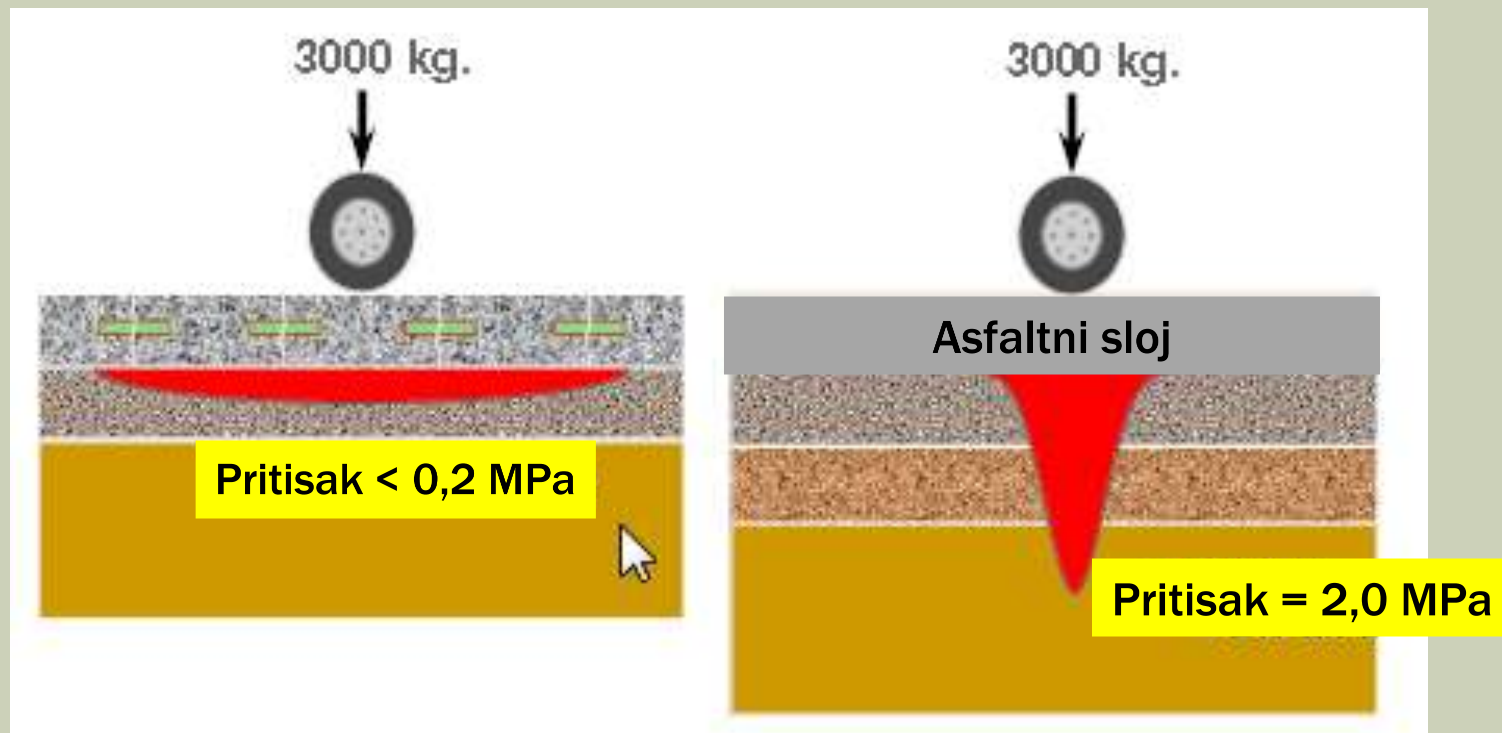
U pogledu trajnosti, konstruktivnih karakteristika, sigurnosti i udobnosti vožnje kolovozna konstrukcija mora ispunjavati sljedeće uslove:

1. Da je postavljena na dobru nosivu podlogu (posteljicu) i da ima dovoljnu debljinu da izdrži očekivano saobraćajno opterećenje

2. Da omogući efikasno odvođenje vode sa površine kolovoza, da spriječi prodiranje vode sa kolovoza u trup puta i skupljanje vode unutar kolovozne konstrukcije

3. Da ima površinski sloj ravan, potrebno hrapav, otporan na habanje i uticaj atmosferilija i hemikalija

PRENOS OPTEREĆENJA



Kruti kolovozi svojom krutošću prenose opterećenje na veću površinu i tako smanjuju pritisak na posteljicu

PROJEKTOVANJE KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

Izbor tipa i materijala u slojevima kolovozne konstrukcije zavisi od:

- saobraćajnog opterećenja
- klimatskih karakteristika
- lokalnih uslova (nosivosti tla u posteljici)
- raspoloživih lokalnih materijala
- cijena

Dimenzionisanje kolovozne konstrukcije znači

ODREĐIVANJE DEBLJINE SLOJEVA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

PROJEKTNI ZAHTJEVI ZA ASFALTNE KONSTRUKCIJE

- STABILNOST (otpornost na deformacije pod opterećenjem)
- TRAJNOST (otpornost na klimatske uslove i dejstvo saobraćaja)
- FLEKSIBILNOST (otpornost na zamor pod dejstvom opterećenja)
- HRAPAVOST (otpornost na klizanje površine kolovoza)
- VODONEPROPUSTLJIVOST
- UGRADLJIVOST

ASFALTNE MJEŠAVINE PO BH SMJERNICAMA

- Habajući i zaštitni slojevi
    - Bitumenski betoni: BB 4k, BB 4ks, BB 4sk, BB 4s
    - Bitumenski betoni: BB 8k, BB 8ks, BB 8sk, BB 8s
    - Bitumenski betoni: BB 11k, BB 11ks, BB 11sk, BB 11s

k = zrna karbonatnih stijena sedimentnog porijekla

ks = zrna pijeska karbonatnih stijena i zrna sitneži silikatnih stijena eruptivnog porijekla

sk = zrna pijeska silikatnih stijena i zrna sitneži karbonatnih stijena

s = zrna pijeska i sitneži silikatnog porijekla

- Drenažni asfalti
  - Drenažni asfalt DA 8s , DA 8,
  - Drenažni asfalt DA 11s , DA 11,
  - Drenažni asfalt DA 16.

- Sitnež sa bitumenskim mastiksom
  - Sitnež sa bitumenskim mastiksom SBM 4,
  - Sitnež sa bitumenskim mastiksom SBM 8 , SBM 8s
  - Sitnež sa bitumenskim mastiksom SBM 11 , SBM 11s.

- Bitumenom vezani gornji nosivi slojevi
  - AGNS 16 , AGNS 16S
  - AGNS 22, AGNS 22S
  - AGNS 32, AGNS 32S
  - AHNS 16

Grupa opterećenja	Ukupno ESA od 80 kN u projektnom periodu
VRLO TEŠKO	> 7.000.000
TEŠKO	2.000.000 do 7.000.000
SREDNJE	700.000 do 2.000.000
LAKO	200.000 do 700.000
VRLO LAKO	< 200.000

METODE DIMENZIONIRANJA KOJE SE PRIMJENJUJU U REPUBLIKAMA BIVŠE SFRJ

Osnovna metoda je U.C4.012, prvobitno usvojena 1981.godine. Kasnije , 1994.godine, usvojena je metoda U.C4.015 pod nazivom ,,Dimenzioniranje novih fleksibilnih konstrukcija" koja je zasnovana na dopunjenom AASHTO uputstvu iz 1986.godine. Osnovna prednost domaćih metoda je da se njome ne provjerava neka unaprijed predviđena kolovozna konstrukcija (kao što je slučaj kod AASHTO) već se debljine pojedinih slojeva određuju neposredno.

Obje metode se zasnivaju na istim postavkama, s tim da se kod U.C4.015 (koji je inače znatno komleksnija i rijeđe u upotrebi) u proračun uvode i koeficijenti ***m*** koji karakterišu odvodnjavanje donje i gornje nosive podloge.

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_{3*} m_3$$

Debljina slojeva se određuje probanjem ili postupkom, imajući u vidu minimalne debljine slojeva, uslove sredine i troškove.

$$d_1 \geq SN_1/a_1$$
$$SN'_1 = a_1 \times d_1 \geq SN_1$$
$$d_2 \geq (SN_2 - SN_1)/(a_2 \times m_2)$$
$$SN'_2 = d_2 \times a_2 \times m_2$$
$$d_3 \geq (SN_3 - (SN'_1 - SN'_2))/(a_3 \times m_3)$$

gdje su:

-a_1, a_2, a_3 – koeficijenti zamjene slojeva za zastor gornju i donju podlogu

- d_1, d_2, d_3 – debljine zastora, gornje i donje podloge u cm

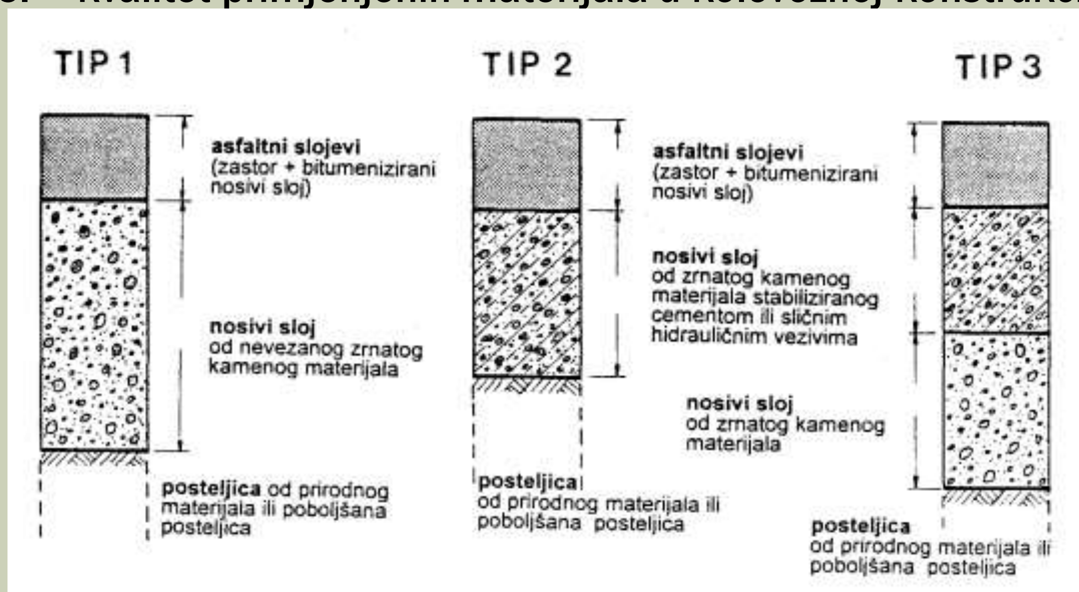
- m_2, m_3 – koeficijenti odvodnjavanja gornje i donje podloge

Metoda U.C4.012

Ovom metodom su obrađena tipovi kolovoznih konstrukcija koji se i najviše pojavljuju u praksi. Dimenzioniranje novih asfaltnih konstrukcija prema kriterijumu nosivosti je postupak pri projektovanju kojim se određuje sastav i debljina kolovozne konstrukcije na osnovu mjerodavnih parametara za proračun. Pod pojmom asfaltne konstrukcije podrazumjeva se višeslojna konstrukcija koja se sastoji od asfaltnog zastora i nosivih slojeva (donjih i gornjih).

Mjerodavni parametri za dimenzioniranje su:

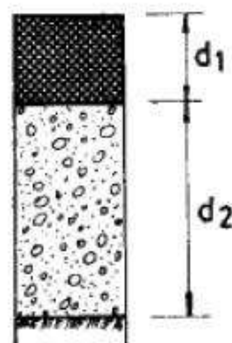
1. projektni period
2. vozna sposobnost površine kolovoznog zastora na kraju projektnog perioda
3. saobraćajno opterećenje
4. klimatsko – hidrološki uslovi
5. nosivost materijala posteljice
6. kvalitet primjenjenih materijala u kolovoznoj konstrukciji



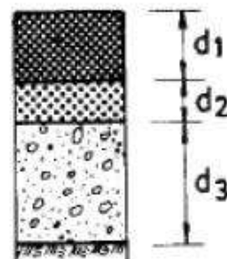
KOLOVOZNA KONSTRUKCIJA

SAVREMENE TIPSKE FLEKSIBILNE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

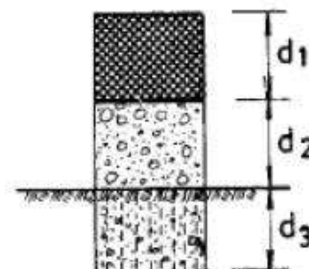
Tip ①



Tip ②

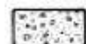


Tip ③





ZASTOR OD ASFALT BETONA I BITUMENIZIRANI NOSEĆI SLOJ (BNS)



NOSEĆI SLOJ OD NEVEZANOG ZRNASTOG KAMENOG MATERIJALA (ŠLJUNAK, DROBLJENI KAMENI MATERIJAL I SL.) ILI ZGURA VISOKIH PEĆI



STABILIZACIJA TLA U POSTELJICI POGODNOM VRSTOM VEZIVA (KREČ, CEMENT I SL.)

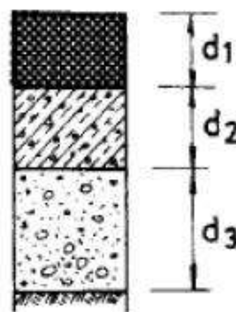


DONJI BITUMENIZIRANI NOSEĆI SLOJ (DBNS)

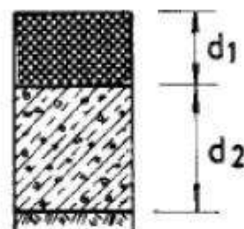


NOSEĆI SLOJ OD ZRNASTOG KAMENOG MATERIJALA STABILIZIRANOG CEMENTOM ILI SLIČNIM HIDRAULIČNIM VEZIVIMA

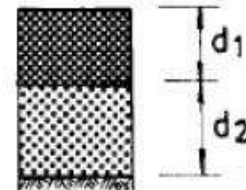
Tip ④



Tip ⑤



Tip ⑥



6. Kvalitet materijala u kolovoznoj konstrukciji

Pri izboru materijala u kolovoznoj konstrukciji mora se voditi računa kako o funkciji pojedinih slojeva i ekonomičnosti građenja, tako i o propisanim kriterijima kvaliteta osnovnih materijala i mješavina prema odgovarajućim standardima.

Pri dimenzionisanju primjenjeni materijali se vrednuju preko koeficijenta zamjene materijala. Upotrebom ovih koeficijenata određuju se zamjenske debljine za pojedine vrste materijala u odnosu na osnovni materijal odabran pri dimenzionisanju.

U tabeli su date prosječne vrijednosti koeficijenata zamjene materijala koje se koriste prilikom dimenzionisanja u fazi idejnog projekta svih vrsta puteva.

	Vrsta materijala	Koeficijent zamjene a_i
1	Asfaltbeton	0,42
2	Bitumenizirani drobljeni kameni materijal	0,35
3	Bitumenizirani šljunak sa dodatkom min.30% kamene sitneži	0,33
4	Bitumenizirani šljunak	0,28
5	Bitumenizirani materijal za donje nosive slojeve	0,24
6	Stabilizacija cementom	0,20
7	Stabilizacija krečom	0,17
8	Tucanik	0,14
9	Drobljeni kameni materijal	0,14
10	Granulisani šljunak	0,11
11	Drobljeni prirodni šljunak	0,11
12	Prirodni šljunkoviti pijesak	0,07

1. SAOBRAĆAJNO OPTEREĆENJE

Saobraćajno opterećenje se izražava prosječnim dnevnim brojem ekvivalentnih osovina ili ukupnim brojem takvih osovina u projektnom razdoblju.
Ukupno opterećenje od vozila koja se kreću putem preračunava se na ekvivalente osovine pomoću faktora ekvivalencije.

$$FE_{nom} = 10^{-8} \times f_o \times (f_k \times L_{stat})^4$$

gdje je:

FE_{nom}- faktor ekvivalentnog uticaja stvarnog osovinskog opterećenja motornog vozila na zamor u odnosu na uticaj nominalnog osovinskog opterećenja (NOO) od 82 kN.

f_o – faktor rasporeda osovina na motornom vozilu:
- za pojedinačnu osovinu $f_{o11} = 2.212$
- za dvojnu osovinu $f_{o2} = 0.1975$
- za trojnu osovinu $f_{o3} = 0.048$
- za pojedinačnu osovinu tandema $f_{o12} = 1.583$

f_k – faktor rasporeda točkova na osovini vozila:
- za jedan standardni točak izvagane osovine $f_{k1} = 1.0$
- za dupli standardni točak (par) $f_{k2} = 0.9$
- za jedan široki točak $f_{k3} = 0.97$

Reprezentativno vozilo	Prosječan faktor ekvivalentnosti
automobil	0.00006
autobus	1.20
kamion:	
- laki	0.01
- srednji	0.20
- teški	1.10
- teški sa prikolicom	2.00

Prosječne vrijednosti faktora ekvivalencije za reprezentativna vozila

U zavisnosti od broja prolaza nominalnog osovinskog opterećenja po danu i u periodu od 20 godina, saobraćajno opterećenje kolovoza, koje je relevantno za određivanje debljine sloja, razvrstavamo u 6 grupa saobraćajnog opterećenja

Grupa saobraćajnog opterećenja	Broj prolaza nominalnog osovinskog opterećenja od 82 kN	
	po danu	za 20 godina
- izuzetno teško	preko 3,000	preko 2×10^7
- veoma teško	preko 800 do 3,000	preko 6×10^6 do 2×10^7
- teško	preko 300 do 800	preko 2×10^6 do 6×10^6
- srednje	preko 80 do 300	preko 6×10^5 do 2×10^6
- lako	preko 30 do 80	preko 2×10^5 do 6×10^5
- veoma lako	do 30	do 2×10^5

2. VOZNA SPOSOBNOST POVRŠINE KOLOVOZA

Pojam vozne sposobnosti kolovoza uveden je u AASHO Road Test kako bi se imala jedinstvena ocjena za stanje kolovoza. Indeks vozne sposobnosti kolovoza ***p*** dobija se ocjenom stanja površine kolovoza na osnovu neravnosti, kolotraga, pukotina i površinskih oštećenja. Njegova veličina je teoretski u rasponu od 5,0 (za idelano ravan kolovoz bez oštećenja) do 0 za kolovoz kojim se nije moguće voziti.
U praksi je teško izgraditi kolovoz sa početnim indeksom sposobnosti većim od 4,0 do 4,5. Upotrebom puta indeks se smanjuje te se pri nekom stanju donosi odluka o sanaciji kolovoza. Dopušteno je da najmanji indeks sposobnosti bude 2,5 (za autoputeve) odnosno 2,0 (za ostale puteve). Pri ovakom stanju kolovoza obnova je srazmjerno jednostavna i ekonomična.

3. PROJEKTNI PERIOD (period dimenzioniranja)

Projektni period predstavlja broj godina nakon kojeg treba obaviti prvo veće pojačanje kolovoza (pri p=2,0 do 2,5).
Ovaj pojam se ne smije zamijeniti sa pojmom trajnost kolovoza, tj. vremenom u kome dolazi do potpunog propadanja kolovozne konstrukcije.
Za razdoblje dimenzioniranja prema metodi AASHO uzima se vrijeme od 20 godina, tj. za to vrijeme su napravljeni nomogrami za dimenzioniranje.

4. REGIONALNI FAKTOR

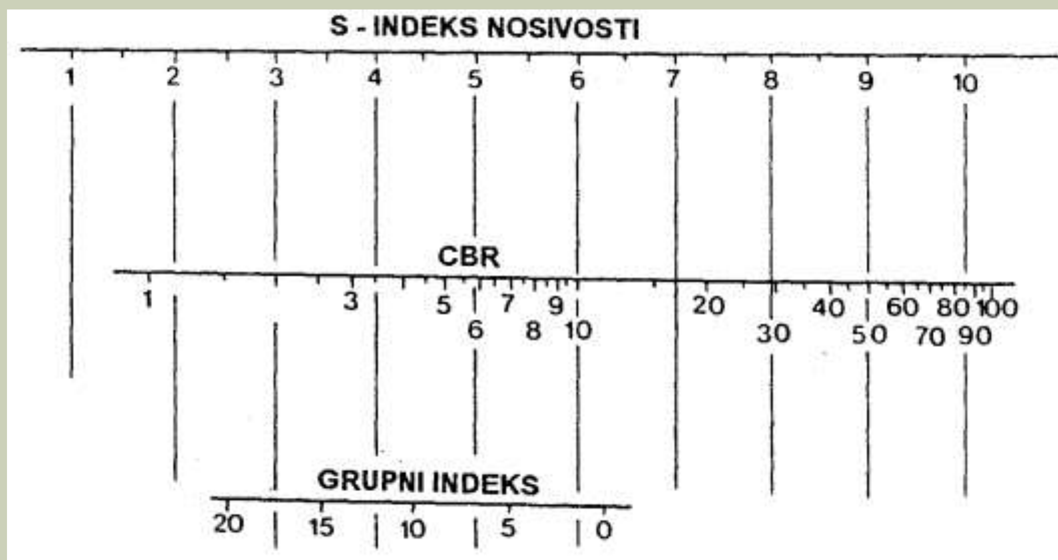
Ovaj faktor uključuje uticaj klime (padavine, smrzavanje, voda). Njegova veličina je 0,5 do 5,0, pri čemu su veće vrijednosti nepovoljnije.

Za naše prilike, za kontinentalna područja, ocjenjuje se da bi veličina ovog faktora mogla se uzeti sa 1,5 do 2,0.

5. NOSIVOST TLA

Nosivost tla se može odrediti ispitivanjem CBR ili pomoću grupnog indeksa na temelju klasifikacijskih geotehničkih ispitivanja.

Za primjenu u metodi, jedne ili druge vrijednosti svode se na veličinu **S** korištenjem korelacijskog nomograma.



6. STRUKTURNI BROJ

Debljina kolovozne konstrukcije zavisi od vrste upotrebljenih materijala, ona može biti tanja ako su materijali kvalitetniji, a mora biti deblja ako se upotrijebe manje kvalitetni materijali. Radi toga se debljina konstrukcije ne može odrediti direktno, nego se određuje pomoću tzv. strukturnog broja (SN).

7. POSTUPAK DIMENZIONIRANJA

Dimenzioniranje se obavlja pomoću odgovarajućih nomograma. Nomogrami imaju skale za nosivost tla S, broj ekvivalentnih osovina W (ukupni ili dnevni), regionalni faktor R, pomoćnu skalu za strukturni broj (SN) bez uticaja regionalnog faktora i skalu za strukturni broj SN.

Spajanjem određenih parametara po ključu naznačenom na nomogramu, na krajnjoj desnoj skali nomograma se dobija vrijednost potrebnog strukturnog broja.

Dimenzioniranje se obavlja tako da se pretpostavi neka konstrukcija i izračunava njen strukturni broj koji se poredi sa potrebnim strukturnim brojem dobijenim iz nomograma.

Strukturni broj pretpostavljene konstrukcije se računa po formuli:

$$\mathbf{SN= a_1*D_1 + a_2*D_2 + a_3*D_3}$$

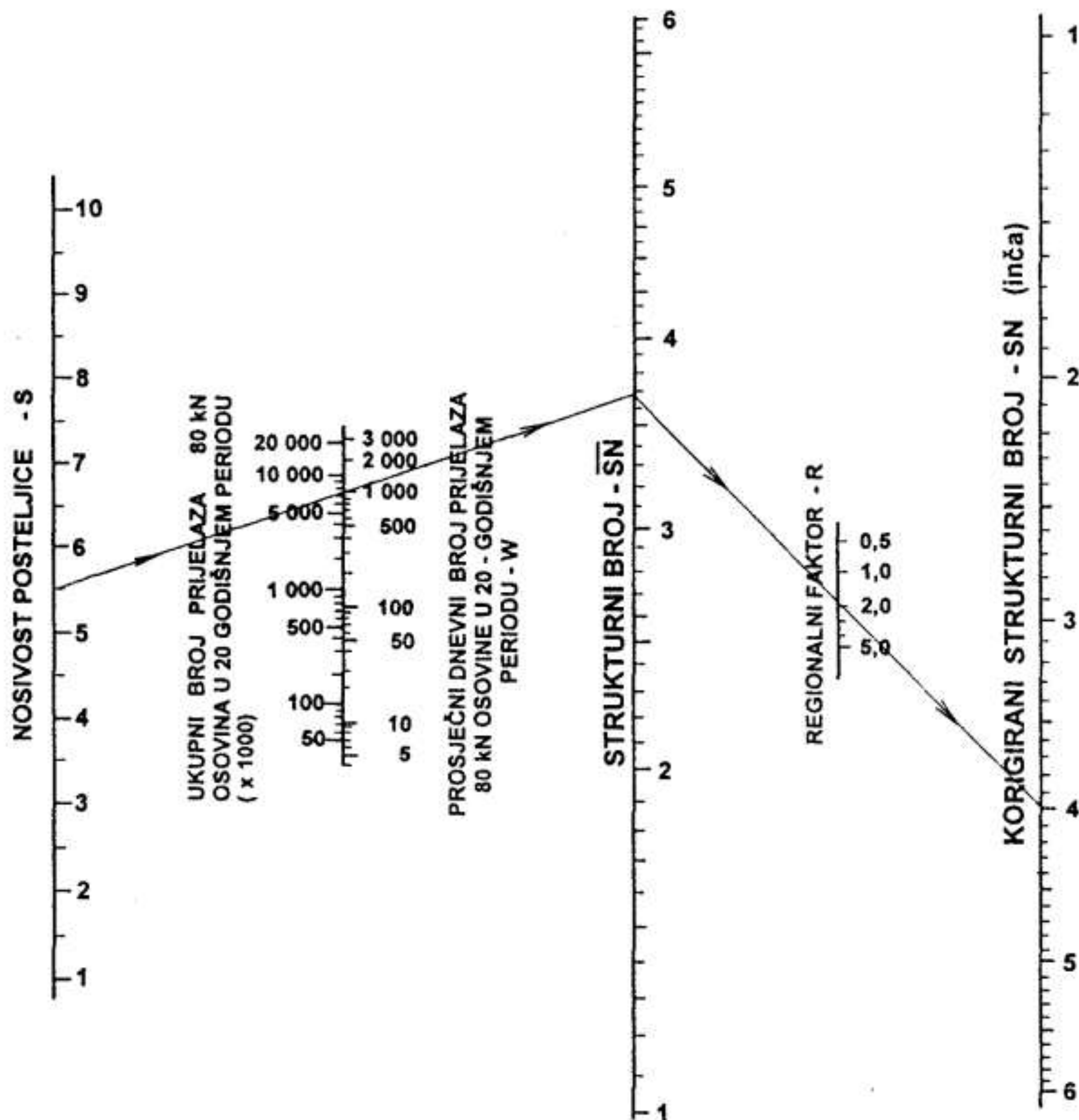
Gdje je:

SN – strukturni broj kolovozne konstrukcije (cm)

$a_{1,2,3}$, - koeficijenti zamjene, koji zavide od vrste materijala u pojedinim slojevima

$D_{1,2,3}$, - debljina pojedinih slojeva kolovozne konstrukcije (cm)

	Elementi kolovozne konstrukcije	Koeficijenti zamjene		
		a_1	a_2	a_3
1	**KOLOVOZNI ZASTOR**			
1.1.	Asfalt koji se proizvodi na gradilištu (putu) – mala stabilnost	0,20		
1.2.	Asfalt proizveden u asfaltnoj bazi – velika stabilnost	0,44		
1.3.	Pješčani asfalt	0,40		
2	**GORNJI NOSIVI SLOJ**			
2.1.	Pjeskoviti šljunak		0,07	
2.2.	Drobljeni kamen		0,14	
2.3.	Materijal stabilizovan cementom sa čvrstoćom nakon 7 dana			
2.3.1	- > 4,5 MN/m^2		0,23	
2.3.2.	- 2,8 do 4,5 MN/m^2		0,20	
2.3.3.	- < 2,8 MN/m^2		0,15	
2.4.	Stabilizacija zrnastog materijala bitumenom		0,30	
2.5	Stabilizacija tla bitumenom		0,25	
2.6.	Stabilizacija tla krečom		0,15 -0,30	
3	**DONJI NOSIVI SLOJ**			
3.1.	Pjeskoviti šljunak			0,11
3.2.	Pijesak ili pjeskovita glina			0,05 – 0,10



Nomogram za dimenzioniranje asfaltnih kolovoznih konstrukcija prema AASHO metodi, za konacnu sposobnost kolovoza p= 2,0

A. POSTUPAK DIMENZIONIRANJA

Postupak dimenzioniranja (po tipovima KK) se obavlja pomoću dijagrama i obuhvata:

A1. Određivanje mjerodavnih parametara za dimenzioniranje (postupak po tačkama od 1 do 6)

A2. Određivanje sastava i debljine pojedinih slojeva kolovozne konstrukcije

KK od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od nevezanog zrnastog kamenog materijala (TIP 1)

Ukupna debljina asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od nevezanog zrnastog maetrijala određuje se iz dijagrama direktno iz nanesenih vrijednosti ukupnog ekvivalentnog saobraćajnog opterećenja i mjerodavne vrijednosti nosivosti materijala posteljice CBR.

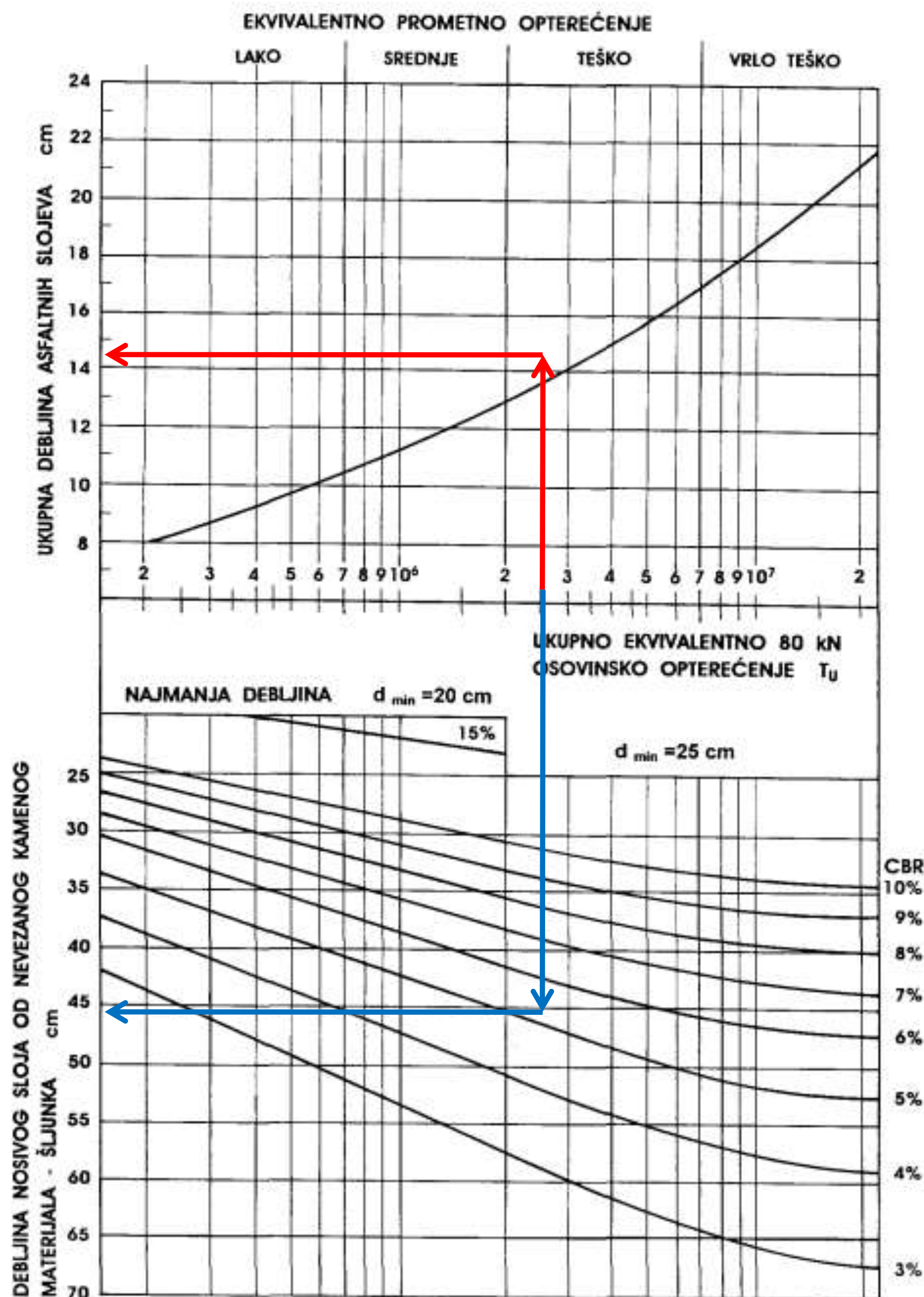
a) Nosivi sloj od nevezanog zrnastog kamenog materijala

Debljina nosivog sloja odnosi se na šljunak standardom utvrđenog kvaliteta. Najveća dopuštena debljina sloja šljunka iznosi 50 cm, a najmanja debljina iznosi 20 cm. Ako se dobije potrebna debljina veća od 50 cm, tada je potrebno predvidjeti poboljšanje nosivosti posteljice ili stabilizovanje dijela sloja pogodnom vrstom veziva.

Sloj od šljunka može se zamijeniti djelomično ili potpuno i drugim vrstama prirodnog ili vještački proizvedenog zrnastog kamenog materijala preračunavanjem pomoću odgovarajućih koeficijenata zamjene materijala.

b) Asfaltni slojevi (zastor + bitumenizirani nosivi sloj)

Ukupna debljina asfaltnih sojeva određena iz dijagrama odnosi se na odabranu asfaltnu mješavinu sa prosječnim kvalitetom između standardne asfaltbetonske mješavine i mješavine od bitumenizirane drobljene kamene sitneži (BNS). Određivanje debljine za pojedine odabrane asfaltne mješavine obavlja se proračunavanjem dobijene ukupne debljine asfaltnih slojeva pomoću koeficijena zamjene materijala. Izbor sastava i kvaliteta asfaltnih mješavina za pojedine slojeve zavisi od položaja sloja u KK, veličine saobraćajnog opterećenja, geometrijskih elemenata puta i klimatskih prilika. Pri tome se mora voditi računa o najmanjim tehnološkim debljinama izrade asfaltnih slojeva.



Dijagram za dimenzioniranje kolovoznih konstrukcija od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od nevezanog zrnastog kamenog materijala – **TIP 1**

PRIMJER:

Ulazni podaci:

a. **Saobraćajno opterećenje 2,5 * 10^7 ESAL**
b. **CBR posteljice 5%**

REZULTAT:

A. **Debljina asfaltnih slojeva 13,5 cm**
B. **Debljina nosivog sloja 47 cm**

KK od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od cementom stabilizovanog zrnastog kamenog materijala (TIP 2)

Ukupna debljina asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od nevezanog zrnastog maetrijala određuje se iz dijagrama direktno iz nanesenih vrijednosti ukupnog ekvivalentnog saobraćajnog opterećenja i mjerodavne vrijednosti nosivosti materijala posteljice CBR.

a) Nosivi sloj od cementom stabilizovanog zrnastog kamenog materijala

Debljina nosivog sloja određena iz dijagrama odnosi se na mješavinu cementom stabilizovanog šljunka standardom utvrđenog kvaliteta. Računski koeficijent zamjene za ovaj materijal je a=0,20.

Najmanja potrebna debljina za sloj cementom stabilizovanog kamenog materijala iznosi 15 cm za opterećenje $T_u < 7*10^5$, a 20 cm za ukupno ekvivalentno opterećenje $T_u > 7*10^5$.

Ukupna debljina ovog sloja može se djelomično ili u potpunosti zamjeniti slojem stabilizovanim cementom ili drugim hidrauličkim vezivom, mješavinom različitog kvaliteta. U slučaju djelomične zamjene ovaj sloj se može zamjenitinosivim slojem od bitumeniziranog kamenog maetrijala po vrućem postupku.

b) Asfaltni slojevi (zastor i bitumenizirani nosivi sloj)

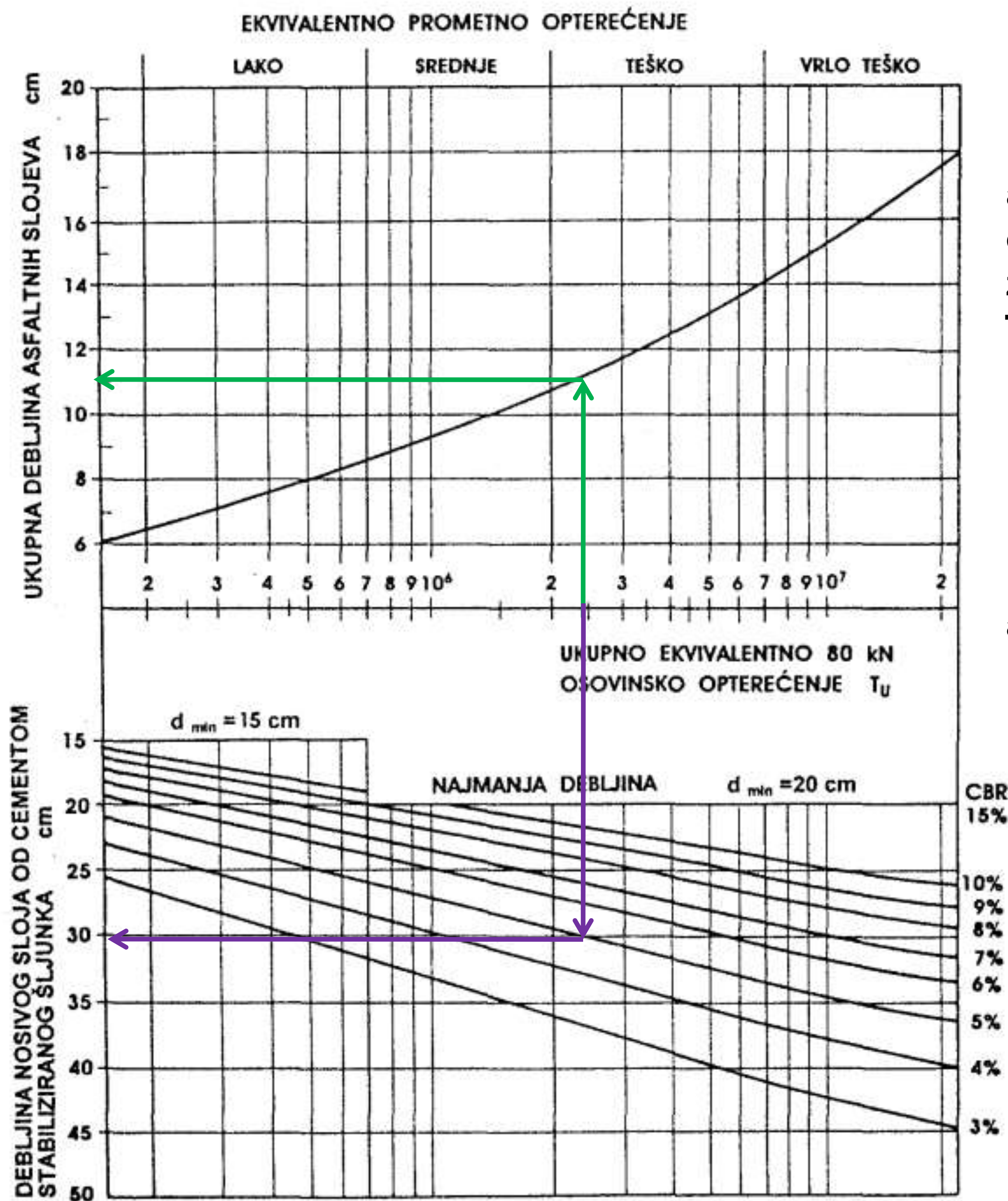
Određivanje debljine pojedinih slojeva obavlja se kao i u slučaju za tip 1 KK.

Sa obzirom na koncentraciju naprezanja u asfaltnim slojevima pod saobraćajnim opterećenjem koja nastaju kod ovog tipa KK, zbog relativno krute podloge od cementom stabilizovanog sloja, mora se pri izboru tipa i vrste asfaltne mkješavine obratiti pažnja da mješavine budu visokokvalitetnog sastava i otporne na pojavu plastičnih deformacija.

Za ukupno ekvivalentno saobraćajno opterećenje $T_u < 2*10^6$ može se u ovom sloju primjeniti i mješavina šljunka ili drobine sa dodatkom 30% kamene sitneži ili druge vrste materijala, ukoliko se ispitivanjima dokaže njihova podobnost za primjenu.

Ako je ukupno ekvivalentno opterećenje $T_u > 2*10^6$ za izradu nosivih bitumeniziranih slojeva po pravilu se koristi drobljeni kameni materijal ili frakcije kamene sitneži.

Izbor vrste bitumena zavisi od klimatskih prilika, saobraćajnog opterećenja i položaja sloja u KK.



Dijagram za dimenzioniranje kolovoznih konstrukcija od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od cementom stabilizovanog zrnastog kamenog materijala – **TIP 2**

PRIMJER:

Ulazni podaci:

a. **Saobraćajno opterećenje 2,5 * 10^7**
b. **CBR posteljice 5%**

REZULTAT:

A. Debljina asfaltnih slojeva 11 cm
B. Debljina nosivog sloja 30 cm

KK od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od cementom stabilizovanog zrnastog kamenog materijala i nevezanog zrnastog materijala (TIP 3)

Ovja tip konstrukcije se dimenzionira prema konstrukciji za Tip 2.
Ukupna debljina nosivog sloja određuje se iz dijagrama i izražena je u cement stabilizovanom materijalu, sa računskim koeficijentom zamjene a=0,20.
Debljina nosivog sloja od nevezanog zrnastog materijala određuje se iz razlike između stabilizovanog nosivog sloja, odgovarajućim preračunavanjem pomoću koeficijenta zamjene materijala.
Najmanje debljine nosivog sloja od nevezanog kamenog materijala i cementom stabilizovanog zrnastog kamenog materijala određuje se kao funkcija ukupnog ekvivalentnog saobraćajnog opterećenja.

Debljina asfaltnih slojeva određuje se kao i u prethodnom slučaju.

PROJEKTOVANjE ASFALTNIH MJEŠAVINA

1. PROJEKTOVANjE MINERALNE MJEŠAVINE

Maksimalno zrno agregata (1/4 do 1/2 debljine asfaltnog sloja)

Krupnozrne mješavine

Veća nosivost

Veća otpornost na trenje

Veći zapremski udio agregata

Manja specifična površina zrna agregata (potrebno manje veziva za obavijanje zrna)

Veća otpornost na kolotrage

Veća otpornost od segregacije

Sitnozrne mješavine

Manja opasnost od segregacije

Manji nivo buke

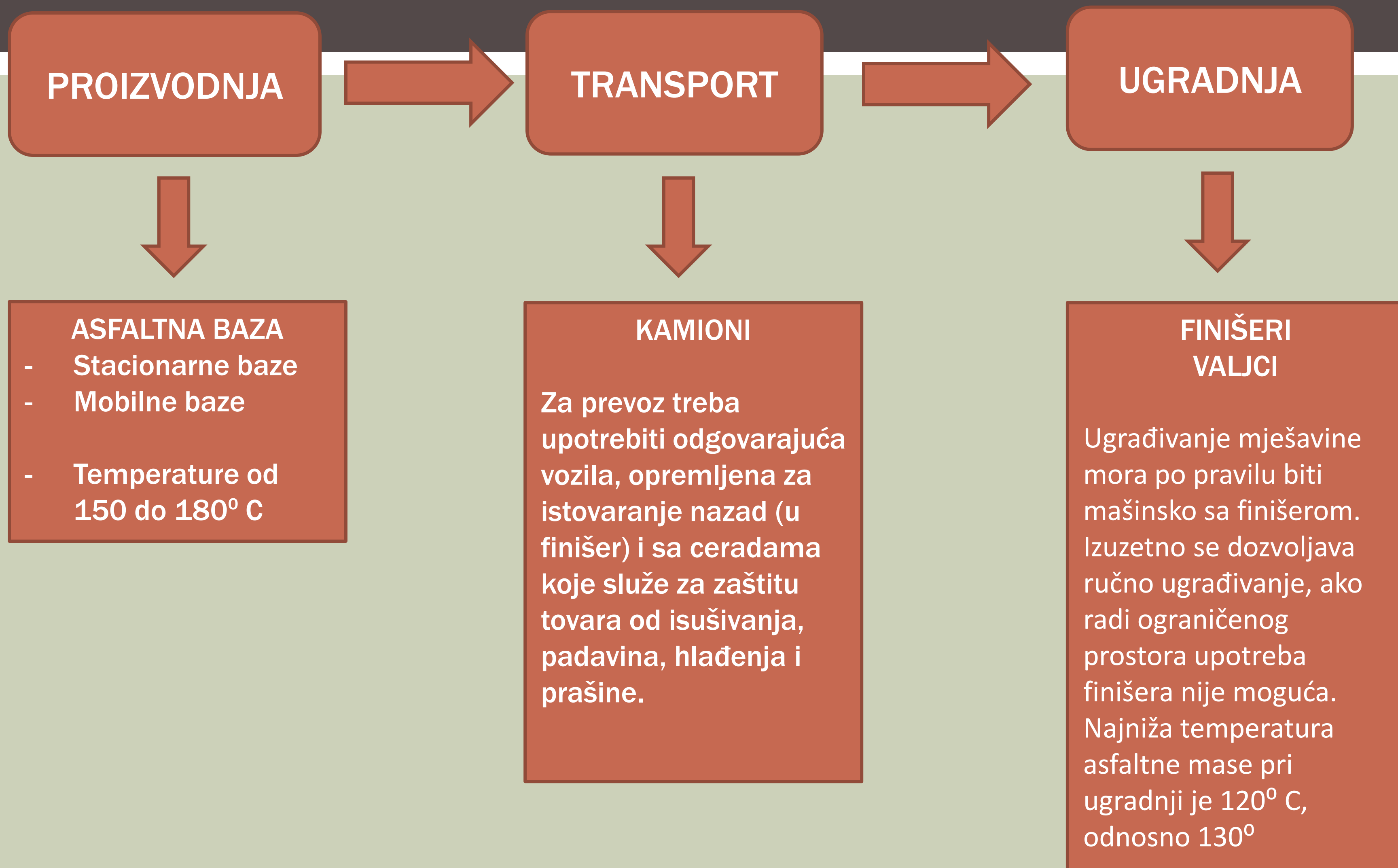
Manje habanje pneumatika

2. ODREĐIVANjE OPTIMALNOG SADRŽAJA VEZIVA

Na bazi zapreminske strukture asfaltne mješavine

Na bazi fizičko-mehaničkih karakteristika asfaltne mješavine

TEHNOLOŠKI POSTUPAK IZRADE ASFALTNIH SLOJEVA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE



PROIZVODNJA ASFALTNIH MJEŠAVINA

Asfaltne mješavine po vrućem postupku se proizvode na asfaltnim postrojenjima tako što se kameni materijal zagrijava, suši i mješa sa bitumenom u određenim odnosima pri definisanoj temperaturi i brzini mješanja.

Asfaltne baze mogu biti:

• stacionarne

• mobilne.

Po načinu proizvodnje, u zavisnosti od načina doziranja materijala, zagrijavanja i miješanja asfaltne baze se dalje dijele na:

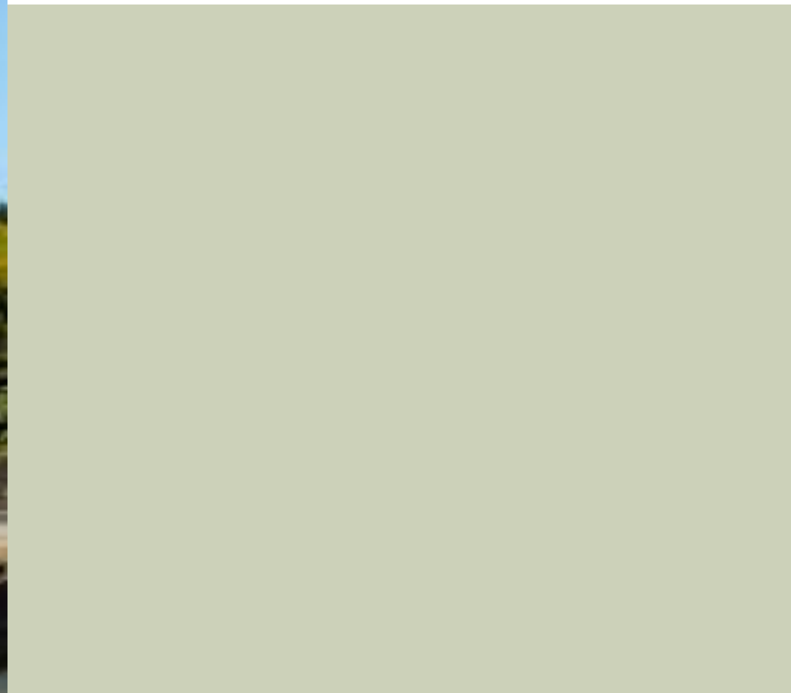
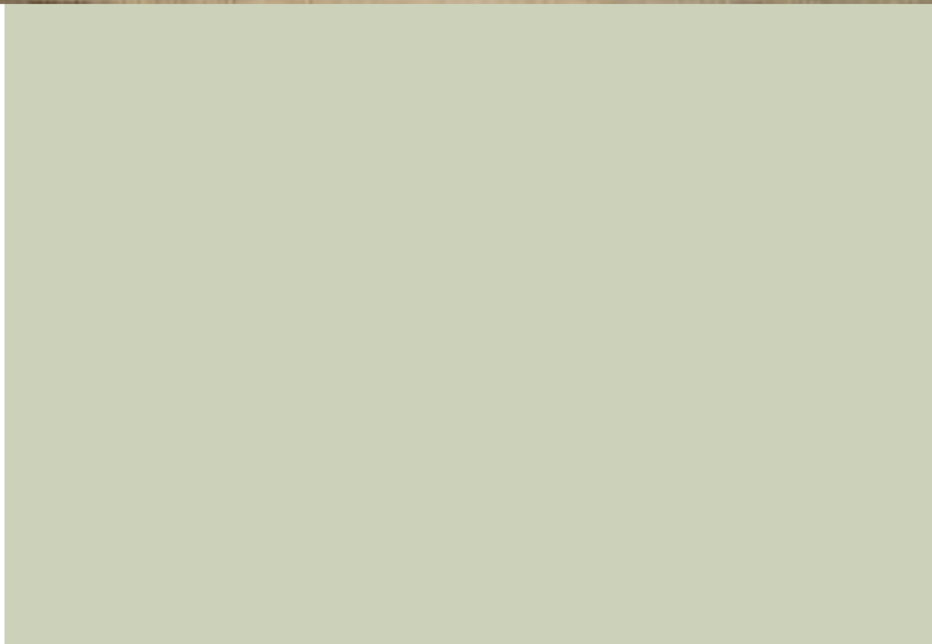
•. Asfaltne baza sa diskontinualnim procesom proizvodnje, gdje se doziranje i mješanje obavlja sa prekidima (tzv.mješunzi) i

•Asfaltne baza sa kontinualnim procesom proizvodnje, gdje se doziranje po zapremini i mješanje obavljaju neprekidno. Postoje dva tipa ovih baza, jedan sa sistemom za rasijavanje, vrućim bunkerima i mješalicom i drugi bez sistema za rasijavanje, vrućih bunkera i mješalice (gdje se zagrijavanje agregata dodavanje veziva i mješanje obavlja u jednom bubnju).

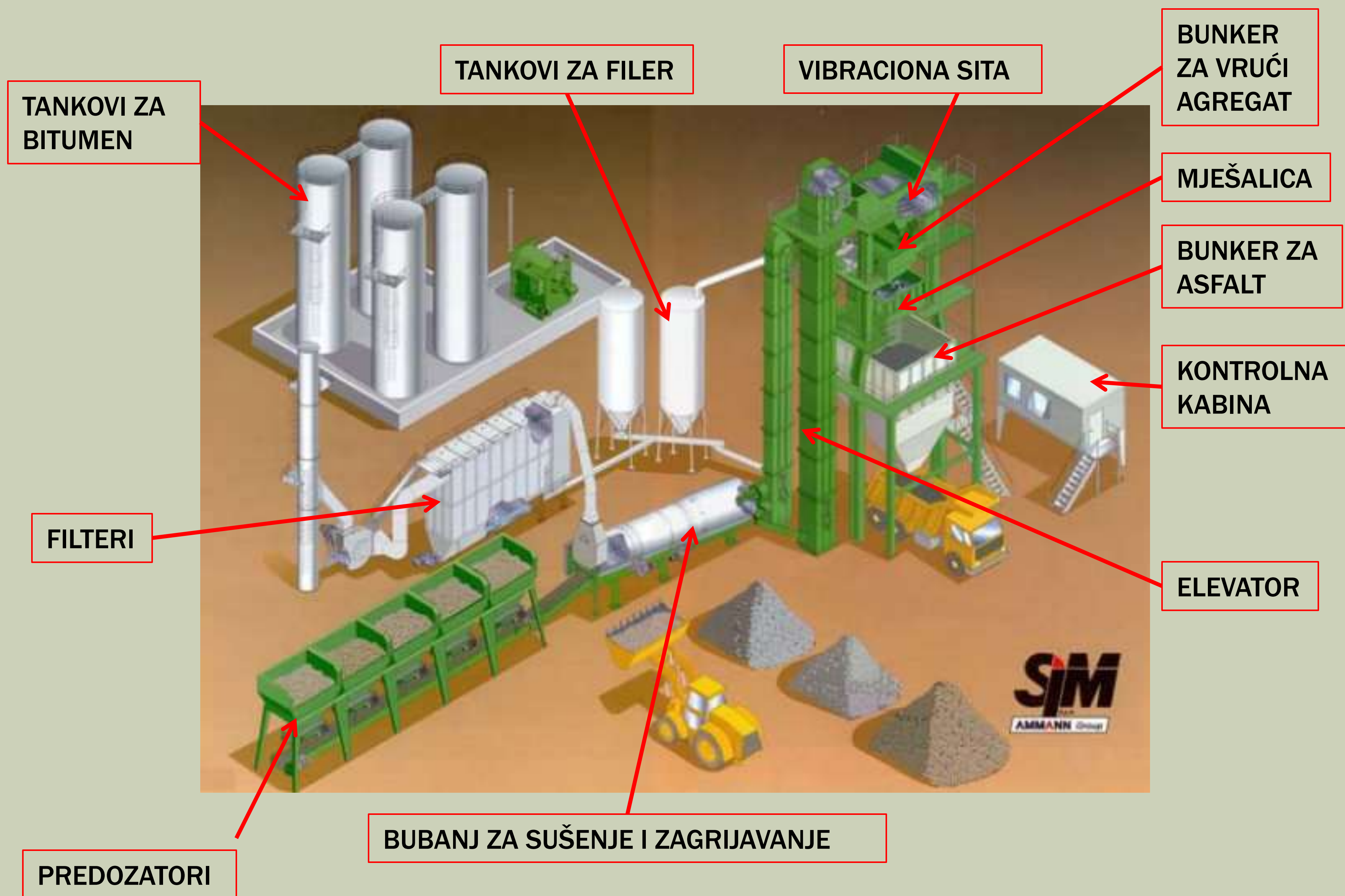
Kapacitet asfaltnih baza se kreće od 30 t/h (mobilne) pa do 400 t/h. Baze srednjeg kapaciteta, koje su uobičajene kod nas, imaju kapacitet od 100 do 200 t/h.

U Evropi se uglavnom primjenjuju asfaltne baze sa diskontinualnim procesom proizvodnje, osim u Francuskoj, koja isključivo upotrebljava baze sa kontinualnim načinom proizvodnje.

Asfaltnu bazu treba tako locirati da transport agregata i gotove asfaltne mješavine bude što kraći. Najcjelishodnije je postavljanje asfaltne baze na izvorištu materijala (u kamenolomu, separaciji ili uz želj.stanicu, tako da troškovi snabdijevanja materijalom budu minimalni.


KOMPONENTE ASFALTNE BAZE



PROIZVODNI PROCES

Temperature

Temperature agregata, bitumena i asfaltne mješavine određene su specifikacijama. To su optimalne temperature pri kojima se postiže najbolji kvalitet asfaltne mješavine, dobro obavijanje zrna agregata bitumenom, homogenost mješavine, dobro ugrađivanje i zbijanje. Temerature u proizvodnom procesu zavise od vrste upotrebljenog bitumen, koji određuje maksimalnu temperaturu zagrijavanja agregata, jer agregat učestvuje u mješavini sa 90% mase a kameno brašno se ne zagrijava.

Preddoziranje i zagrijavanje

Na osnovu učešća agregata u mineralnoj mješavini koji je definisan u prethodnom sastavu asfaltne mješavine, agregat sa deponije se dozira pomoću preddozatora. Frakcije agregata iz svih preddozatora padaju na zbirnu transportnu traku i uvode u bubanj za zagrijavanje i sušenje. Osušen i zagrijan, agregat se iz bubnja vrućim elevatorom podiže do sistema za prosijavanje gdje se rastavlja na predviđeni broj vrućih frakcija koje padaju u bunkere ispod sita.

Doziranje

Na osnovu radne recepture mjeri se potrebna masa svake frakcije iz vrućeg bunkera i ispušta u centaralni bunker, tj.sud za mjerenje. Registruju se pojedinačne mase svake frakcije i njihov kumulativni iznos. U isto vrijeme na vagi za kameno brašno odmjeri se potrebna količina nezagrijanog brašna koje se transportuje na vagu iz silosa preko pužnog transportera.
Količina potrebnog bitumena se odmjerava i registruje na vagi za bitumen. Zagrijano vezivo se dozira po masi ili zapremini (češće) – izlivanjem putem pumpe u sud za mješanje.

Miješanje

Otvaranje centralnog bunkera predstavlja početak suvog mješanja mineralne mješavine pri čemu izmjereni agregat pada u mješalicu, čije su osovine i lopatice u neprekidnom radu. Po završenom izručenju agregata odmah se dodaje kameno brašno. Ovo vrijeme suvog mješanja ne bi trebalo da bude duže od 15 do 20 sekundi, zavisno od baze.

Mokro mješanje počinje startom ubrizgavanja bitumena i traje do otvaranja mješalice, odnosno do ispuštanja gotove asfaltne mase. Najbolji i najekonomičniji način dodavanja bitumena je tzv. atomizer, koji pod visokim pritiskom raspršuje vezivo u vidu spreja. Faza dodavanja bitumena ne treba da traje duže od 15 sekundi.

Vrijeme mokrog mješanja treba da traje najkraće što je moguće a da se pri tome ostvari zadovoljavajući kvalitet mješavine. U praksi, ciklus ukupnog mješanja traje od 40 do 50 sekundi, a to je vrijeme između dva otvaranja mješalice.

Po završenom mješanju dno mješalice se otvara i sadržaj izručuje u topli silos za asfaltnu masu.

U slučaju da baza ima pokretnu korpu, masa iz mješalice se izručuje u pokretnu korpu koja se podiže u silos za gotovu mješavinu.

Ispitivanje i kontrola proizvodnje asfaltne mješavine

Proizvodnja asfaltne mješavine neprestano se kontroliše:

• vizuelnim pregledom
• mjernim instrumentima
• ispitivanjem uzoraka u laboratoriji.

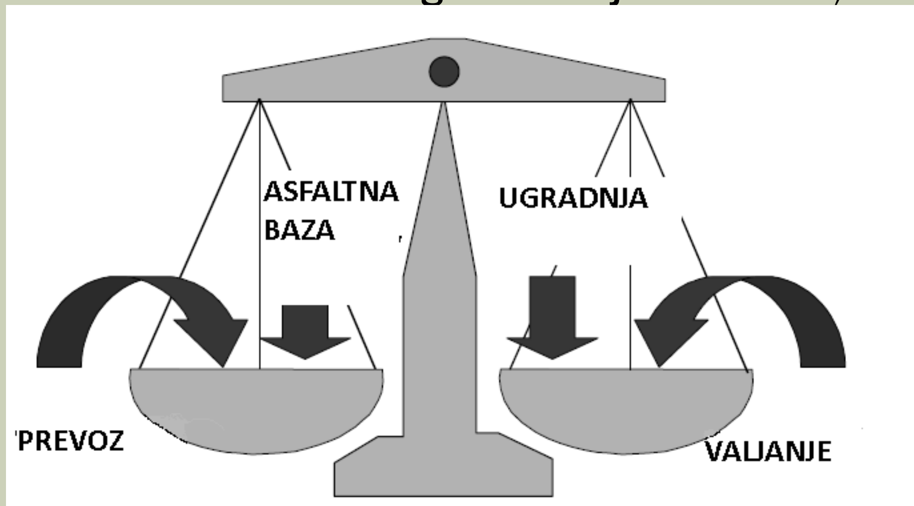
Pri spoljnjem izgledu mješavine može se lako uočiti da li je temperatura odgovarajuća:

• Pregrijana asfaltna mješavina ispušta plavi dim
• Oštar vrh kupe utovarene mase u kamion ukazuje na nedovoljnu temperaturu
• Mješavina nije sipka i može imati neobavijenih zrna – nedovoljna temperature mješavine

Uprkos mjernim instrumentima, proizvedenu masu u svakom trećem mješungu treba ispitati ručnim termometrom.

TRANSPORT

Dozvoljena dužina prevoza, sem ekonomskih razloga, zavisi i od vremenskih uslova. Dozvoljena je svaka razumna transportna dužina na kojoj temperatura mješavine neće pasti na temeraturu nižu od propisane optimalne temperature za ugrađivanje, odnosno za 10°C od temperature mješavine pri izlasku iz mješalice. Prema BiH smjernicama, prevoz asfaltne smjese ograničen je sa najvećom dužinom transporta od 100 km, odnosno na vrijeme 2 sata pod uslovom, da se za prevoz upotrebljavaju vozila sa termokesonima. U suprotnom slučaju dužina prevoza asfaltne mase ograničena je na 70 km, odnosno maksimalno trajanje prevoza

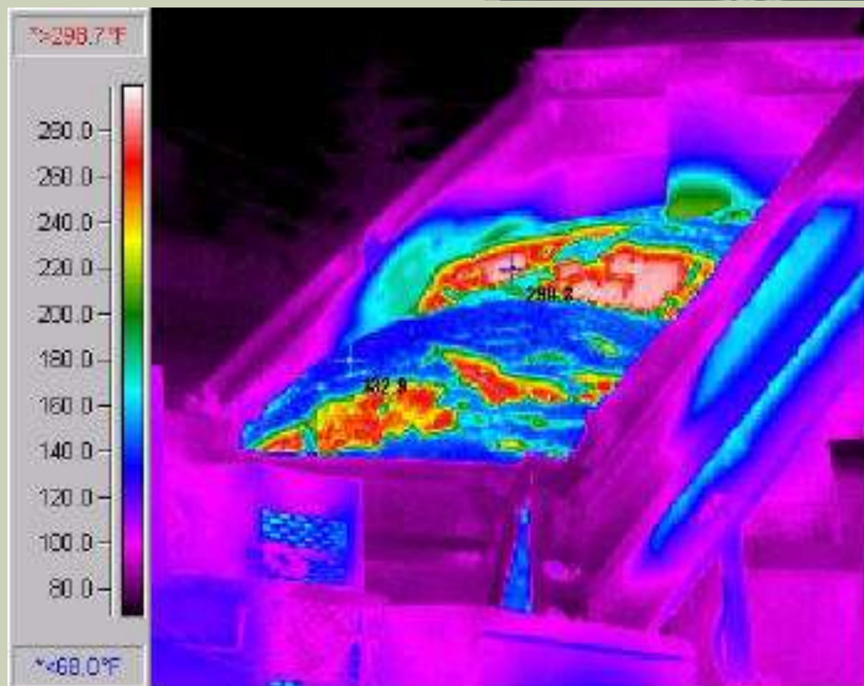


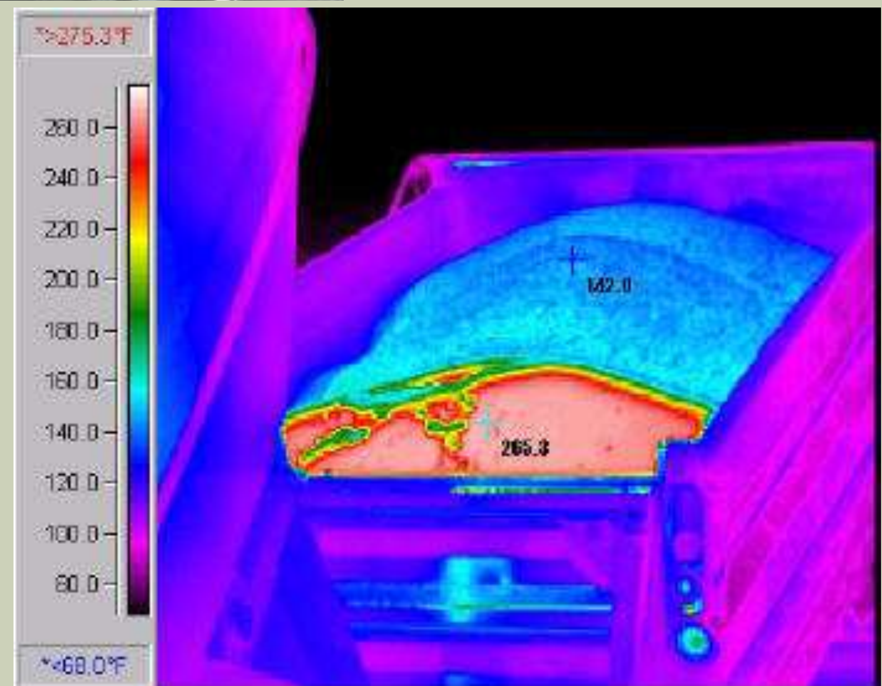
Postoje tri izrazite faze u prevozu asfaltne mase do gradilišta gdje će biti ugrađena. To su:

- utovar mase u kamion
- prevoz do gradilišta
- istresanje mase u koš finišera

Da bi se minimizirale bilo kakve opasnosti, prevoz mora biti dobro planiran i efikasno odrađen.


photo courtesy of NCAT
DO
NOT
PUSH


*>298.7°F
280.0
260.0
240.0
220.0
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
*<68.0°F

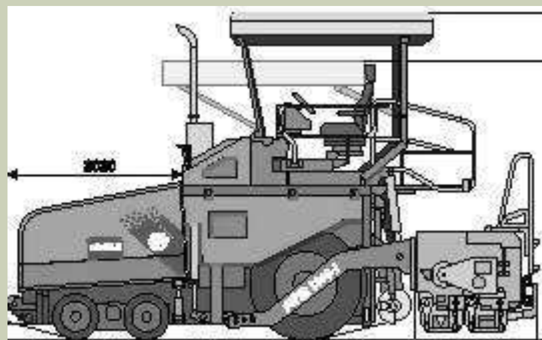

*>275.3°F
260.0
240.0
220.0
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
265.3
*<68.0°F

FINIŠERI

Finišer razastire asfaltnu mješavinu u sloj određene debljine i poprečnog presjeka na projektovanoj niveleti, koji je zatim spreman za valjanje. Finišeri mogu ugrađivati slojeve debljine od 1cm do 30 cm, a širina ugrađivanja može biti od 1 m do 12 m. Radna brzina finišera je od 0,5 do 16 m u minuti. Kapacitet ugrađivanja najčešće iznosi od 15 do 300 t/h a može i do 800 t/h.



Finišeri sa točkovima su laki za transport i imaju veću putnu brzinu. Povoljniji su radove na javnim putevima radi svojih manevarskih sposobnosti.



Finišeri sa gusjenicama su povoljniji u radu na nevezanim podlogama, na strmijim dionicama puteva kao i kada je potrebno izvoditi široke sekcije.

Osnovni dijelovi finišera su traktor i vibraciona ploča.
Traktor je postavljen na gusjenice ili točkove i osim motor
ima sljedeće dijelove:

- koš za prijem mješavine
- dva nezavisna rebrasta transportera na dnu koša
- dva mala valjka za guranje kamiona
- dva poprečna pužna transportera



Kamion koji dovozi asfaltnu masu mora stati 20 do 30 cm ispred finisera. Na ovom rastojanju finišer prilazi kamionu (a ne obratno) jer udar kamiona u finišer izaziva udar vibracione ploče u ugrađeni asfaltni sloj. Ugrađivanje mješavine mora teći bez prekida. Svako zastajanje finišera utiče na ravnost sloja, a kod dužih zastoja i na zbijenost.





Kada se ugradnja vrši sa dva ili više finišera, ni u kom slučaju uzdužni razmak između dva susjedna finišera ne smije da bude veći od 15 m.

U novije vrijeme za veće širine ugrađivanja dva ili tri finišera se spajaju u jednu liniju ali je samo jedan operater (vozač).

Za pravilan rad finišera, osim vozača, potrebna su samo tri radnika: jedan za navođenje kamiona i dva uz vibracionu ploču. Ako se rade popravke lopatama, nešto je nepravilno: ili mješavina ili podešavanje finišera.



Osnovne karakteristike:

- širina razastiranja 2,5-15 m
- koš za prihvat mješavine 3-5 m3, sa pomičnim bočnim stranicama
- radne brzine 1-60m/min (u oba smjera, mehanički mjenjač ima čak16 stepeni, dok hidiraulički ima kontinuiranu promjenu)
- Snaga 50-100kW
- vibrogreda ima 2000-4000 obrtaja /min;
- daje 50-90% potrebne zbijenosti po *Marshalu*
- ovisno o širini razastiranja, kapacitet 100



